



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<b>(51) 国際特許分類6</b> <b>G11B 5/66, 5/39, 5/02</b>	<b>A1</b>	<b>(11) 国際公開番号</b> <b>WO98/06093</b>  <b>(43) 国際公開日</b> 1998年2月12日(12.02.98)
<b>(21) 国際出願番号</b> PCT/JP96/02198  <b>(22) 国際出願日</b> 1996年8月5日(05.08.96)  <b>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)</b> 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP) 〒101 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP) <b>(72) 発明者 ; および</b> <b>(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)</b> 神邊哲也(KANBE, Tetsuya)(JP/JP) 〒244 神奈川県横浜市戸塚区舞岡町850 啓明寮 Kanagawa, (JP) 片岡宏之(KATAOKA, Hiroyuki)(JP/JP) 〒259-01 神奈川県中郡二宮町山西1511-20 Kanagawa, (JP) 玉井一郎(TAMAI, Ichiro)(JP/JP) 〒244 神奈川県横浜市戸塚区吉田町1545 日立御嶽寮 Kanagawa, (JP) 細江 譲(HOSOE, Yuzuru)(JP/JP) 〒191 東京都日野市平山6-45-10 Tokyo, (JP) 石川 晃(ISHIKAWA, Akira)(JP/JP) 〒187 東京都小平市上水本町5-16-3-3 Tokyo, (JP)		<b>棚橋 究(TANAHASHI, Kiwamu)(JP/JP)</b> 〒251 神奈川県藤沢市辻堂5977-1 日立シーサイド・ドミト Kanagawa, (JP) <b>松田好文(MATSUDA, Yoshibumi)(JP/JP)</b> 〒256 神奈川県小田原市国府津2278番地 第2グリーンハイツ202 Kanagawa, (JP) <b>山本朋生(YAMAMOTO, Tomoo)(JP/JP)</b> 〒192 東京都八王子市子安町2-32 日立子安台アパートD-303 Tokyo, (JP) <b>(74) 代理人</b> 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)  <b>(81) 指定国</b> CN, JP, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  添付公開書類 国際調査報告書
<b>(54)Title: MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC STORAGE DEVICE USING THE MEDIUM</b>  <b>(54)発明の名称</b> 磁気記録媒体およびそれを用いた磁気記憶装置  <div data-bbox="626 1205 1110 1642" data-label="Image"> </div> <b>(57) Abstract</b> A magnetic storage device provided with a magnetic recording medium having a magnetic layer formed on a single or plural base layers, a driving section which drives the medium in the recording direction, a magnetic head including a recording section and a reproducing section, means which moves the magnetic head relatively to the medium, and recording and reproducing signal processing means which inputs signals to the head and reproduces signals outputted from the head. The reproducing section of the magnetic head is a magnetoresistance effect magnetic head. The single base layer or one of the base layers of the recording medium is made of an alloy material composed mainly of at least one element selected from among a first group of Cr, Mo, V and Ta and at least one element selected from among a second group of B, C, P, and Bi. Thus, a highly reliable magnetic storage device which records information at a high density and reproduces it is obtained.		

(19)日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11)国際公開番号

W098/06093

発行日 平成11年(1999)8月24日

(43)国際公開日 平成10年(1998)2月12日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

FI

C11B 5/66  
5/39  
5/02

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全24頁)

出願番号 特願平10-507782  
 (21)国際出願番号 PCT/JP96/02198  
 (22)国際出願日 平成8年(1996)8月5日  
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L U, MC, NL, PT, SE), CN, JP, KR, S G, US

(71)出願人 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 (72)発明者 神邊 哲也  
 神奈川県横浜市戸塚区舞岡町850 啓明寮  
 (72)発明者 片岡 宏之  
 神奈川県中郡二宮町山西1511-20  
 (72)発明者 玉井 一郎  
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町1545 日立御嶽寮  
 (72)発明者 細江 譲  
 東京都日野市平山6-45-10  
 (74)代理人 弁理士 小川 勝男

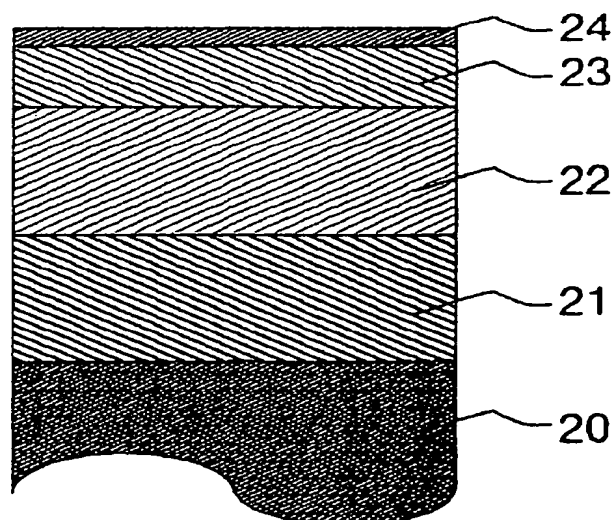
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体およびそれを用いた磁気記憶装置

## (57)【要約】

単層または複数の下地層上に形成された磁性層を有する磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置の、前記磁気ヘッドの再生部を磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成し、前記磁気記録媒体として、基板上に単層または複数の下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体の、前記単層の下地層または複数の下地層の少なくとも一層がCr、Mo、V、Taからなる第一の群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、B、C、P、Biよりなる第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る磁気記録媒体を用いることにより、高密度な情報の記録再生が可能で信頼性の高い磁気記憶装置が得られる。

## 第6図



# 【特許請求の範囲】

1. 基板上に単層または複数の下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体において、前記単層の下地層または複数の下地層の少なくとも一層がCr, Mo, V, Taからなる第一の群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、B, C, P, Biよりなる第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成ることを特徴とする磁気記録媒体。

2. 前記第一群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る下地層が、さらに、Tiを含むことを特徴とする請求項1記載の磁気記録媒体。

3. 前記第一群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る下地層が、実質的にCrとBとTiから成ることを特徴とする請求項2記載の磁気記録媒体。

4. 前記第一群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る下地層中の第二の群より選ばれた元素の濃度が1at%以上20at%以下であることを特徴とする請求項1から3までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

5. 基板上に単層または複数の下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶

装置において、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成され、かつ、前記磁気記録媒体の単層の下地層または複数の下地層の少なくとも一層がCr, Mo, V, Taからなる第一の群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、B, C, P, Biよりなる第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成ることを特徴とする磁気記憶装置。

6. 前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部が、互いに0.35  $\mu$ m以下の距離だけ隔てられた軟磁性体からなる2枚のシールド層の間に形成されており

、かつ、前記磁性膜の厚さ $t$ と、記録時における該磁気記録媒体に対する上記磁気ヘッドの相対的な走行方向に磁界を印加して測定した残留磁束密度 $B_r$ の積 $B_r \times t$ が10 Gauss・ミクロン以上、130 Gauss・ミクロン以下であり、さらに、上記の磁界印加方向と同じ方向に磁界を印加して測定した前記磁気記録媒体の保磁力が1.8キロエルステッド以上であることを特徴とする請求項5記載の磁気記憶装置。

7. 前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドが、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化することによって大きな抵抗変化を生じる複数の導電性磁性層と、該導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む磁気抵抗センサによって構成されることを特徴とする請求項5または6記載の磁気記憶装置。

8. 前記第一群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る下地層が、さらに、Tiを含むことを特徴とする請求項5から7までのいずれかに記載の磁気記憶装置。

9. 前記第一群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る下地層が、実質的にCrとBとTiから成ることを特徴とする請求項8記

載の磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

磁気記録媒体およびそれを用いた磁気記憶装置

技術分野

本発明は、高密度記録、具体的には1平方インチ当たり2ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置と、これを実現するための低ノイズな薄膜磁気記録媒体に関する。

背景技術

磁気記憶装置に対する大容量化の要求は、現在益々高まりつつある。従来の磁気ヘッドには磁束の時間的变化に伴う電圧変化を利用した電磁誘導型磁気ヘッドが用いられていた。これは一つのヘッドで記録と再生の両方を行うものである。これに対して近年、記録用と再生用のヘッドを別にし、再生用ヘッドにより高感度な磁気抵抗効果型ヘッドを利用した複合型ヘッドの採用が急速に進みつつある。磁気抵抗効果型ヘッドとは、ヘッド素子の電気抵抗が媒体からの漏洩磁束の変化に伴って変化することを利用したものである。また、巨大磁気抵抗効果、或いはスピントロニクス効果を利用した更に高感度なヘッドの開発も進みつつある。これらは非磁性層を介した複数の磁性層の磁化の相対的方向が、媒体からの漏洩磁界により変化し、これによって電気抵抗が変化する効果である。現在、実用化されている磁気記録媒体では、磁性層としてCoCrPt, CoCrTa, CoNiCr等、Coを主成分とする合金が用いられている。これらのCo合金はc軸方向を磁化容易軸とする六方最密構造（hcp構造）をとるため、面内磁気記録媒体としてはこのc軸が面内方向をとる結晶配向が望ましい。しかし、このような配向は不安定であるため基板上に直接Coを形成

しても一般には起こらない。そこで体心立方構造（bcc構造）をとるCr(100)面がCo(11.0)面と整合性が良いことを利用して(100)配向したCrの下地層をまず基板上に形成し、その上にCo合金層をエピタキシャル成長させることによってCo合金層にc軸が面内方向を向いた(11.0)配向をとらせる手法が用いられている。また、Co合金磁性層とCr下地層界面での整合性を更に向上させるために、Crに第二元素を添加し、Cr下地層の格子間隔を増加させる手法が用いられている。これによ

ってCo(11.0)配向が更に増大し、保磁力を増加させることが出来る。このような技術の例としては、特開昭62-257618号公報や、特開昭63-197018号公報に示されているようにV、Ti等を添加するものが挙げられる。

高記録密度化に必要な要素としては、記録媒体の高保磁力化と並んで低ノイズ化が挙げられる。媒体ノイズは主に記録ビット間に生ずるジグザグ状の磁化遷移領域に起因している。この遷移領域をスムーズ化することが媒体ノイズの低減には必要である。これには磁性結晶粒の微細化、結晶粒径の均一化が有効であることが知られている。

上記のような磁気抵抗効果型ヘッドは再生感度が極めて高いため、高密度記録に適している。しかし、磁気記録媒体からの再生信号のみならず、ノイズに対する感度も同時に高くなるため、記録媒体には従来以上に低ノイズ化が求められる。媒体ノイズを低減するには上記のように磁性結晶粒を微結晶化・均一化する必要がある。そのためには、下地層を微結晶化・均一化することが有効である。上記、公知例にみられるCr下地層への第二元素添加は、下地層の格子定数を増加させる技術であり、下地層の結晶粒を微結晶化、均一化させるものではない。よって、保磁力向上には有効であるが、媒体ノイズ低減には効果がない。

また、基板にガラスを用いた場合、従来のNiPメッキされたAl合金基板（以下、Al基板と略す）を用いた場合に比べ、磁性層の結晶粒が肥大

化するため、媒体ノイズが増大し、電磁変換特性が劣化する。これに対し、ガラス基板とCr合金下地層間に非晶質、或いは微結晶膜を形成することにより、磁性層の結晶粒を微細化する技術が特開平4-153910号公報に示されている。しかし、結晶粒径の均一化に対効果はなく、十分な電磁変換特性は得られていない。

このように高い記録密度でも良好な電磁変換特性を示すためには、Co合金磁性層のhcp(11.0)配向を崩さず、その結晶粒径を微細化し、かつ粒径分布を減少させ、媒体ノイズを低減させる必要がある。

また、上記の様な低ノイズな磁気記録媒体と高感度な磁気抵抗効果型ヘッドを組み合わせて磁気ディスク装置を試作してみても、十分な電磁変換特性は必ずしも得られない。これは、磁気ヘッド、磁気記録媒体がそれぞれ別々に開発されて

おり、磁気ディスク装置として如何に高い記録密度を実現するかについては、これまで十分に考慮されていなかったためである。

本研究の目的は、上記の問題点を解決し、1平方インチ当たり2ギガビット以上の記録密度、及び高い信頼性を有す磁気記憶装置と、高密度記録に適した低ノイズな磁気記録媒体を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明では、基板上に単層または複数の下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部を磁気抵抗効果型磁気

ヘッドで構成し、かつ、前記磁気記録媒体の単層の下地層または複数の下地層の少なくとも一層をCr, Mo, V, Taからなる第一の群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とし、かつ、B, C, P, Biよりなる第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を含有する合金材料から成る層で構成することにより、上記の目的を達成する。

前記第一の群より選ばれた少なくとも一種の元素を主成分とする下地層に、第二の群より選ばれた少なくとも一種の元素を添加することにより、該下地層の結晶粒が微細になり、粒径が均一化される。このため、下地層上に形成される磁性層の結晶粒も微細化・均一化され、媒体ノイズを低減できる。図1にCr-15at%Ti下地層、或いはこれにBを5at%添加したCr-14.3at%Ti-5at%B下地層を用いた媒体の $Br \times t$ と規格化媒体ノイズ、及びS/Nの関係を示す。尚、これらの媒体は、保磁力がほぼ同程度になるよう種々の膜構成、及びプロセス条件で作製したものである。ここで、元素記号の前に示した数字は、各元素の濃度を原子百分率(at%)で示したものである。また、規格化媒体ノイズとは媒体ノイズを孤立再生波の出力とトラック幅で規格化した値であり、以後、媒体ノイズはこの値によって相対的に評価する。規格化媒体ノイズは $Br \times t$ の値に依らず、CrTiB下地を用いた方が

15%程度低く、S/NもCrTiB下地層媒体の方が高くなっている。またこのとき、CrTiB下地層はCrTi下地層と同様、bcc構造をとり(100)配向するため、Co合金磁性層のhcp(11.0)配向は崩れない。

図2にCr-15at%Ti-B下地層に添加したB濃度と規格化媒体ノイズの関係を示す。B添加により媒体ノイズは低減されるが、B濃度が20at%を越えるとこの効果はなくなる。これは下地層の結晶性の劣化により、磁性層の結晶性も崩れるためである。また、B濃度が1at%未満であると結晶粒の微細化・均一化が不十分で、低ノイズ化の効果が小さい。

このような低ノイズ化の効果はB以外の前記第二の群の元素を添加し

た場合にも確認できたが、Pを添加したときがBを添加したときと同様、特に低ノイズ化が顕著であった。これに対し、Cを添加した場合は保磁力、保磁力角型比 $S^*$ の向上が著しく、また、Biを添加した場合は耐食性に優れた媒体が得られた。これらの元素の添加濃度も1at%以上、20at%以下が望ましいが、2~8at%添加のときに特に低ノイズな媒体が得られる。

下地層とCo合金磁性層との界面の格子整合性を向上させ、磁気特性を向上させるために、該下地層に添加する元素としては、Tiの他にV、Mo等が挙げられる。これらCrV合金、CrMo合金下地層に、前記第二の群の元素を添加した場合にも、CrTiの場合と同様、該下地層の結晶粒径の微細化・均一化が起こり、ノイズ低減効果が確認できた。特にCrV下地層に第二の群の元素を添加した媒体は、CrTi下地層やCrMo下地層に添加した媒体に比べ、重ね書き特性が良好である。また、CrMo下地層に第二の群の元素を添加した場合は、比較的低温でも強いbcc(100)配向と良好な結晶性を示す。このため、カーボン保護膜が低温で形成出来るため膜質が向上し、他の下地層を用いた場合より良好なCSS特性を有する媒体が得られる。総合的に比較すると、格子整合性向上のためにTiを添加したCrTi合金にBを添加した下地層を用いた媒体が、特にCo合金の磁化容易軸が面内方向を強く向き、かつ結晶粒の微細化、均一化が最も顕著である。このため高分解能化と低ノイズ化が両立でき、特に優れた記録再生特性を示す媒体が得られる。

また、磁気記録媒体の磁性層は、CoCrPt, CoCrPtTa, CoCrPtTi, CoCrTa, CoNi



Cr等、Coを主成分とするhcp構造の合金を用いることが出来るが、高記録密度化に適した高い保磁力を得るためには、Ptを含むCo合金を用いることが特に好ましい。

磁性層上に保護膜として5～30nmのカーボンを形成し、パーフルオロ

アルキルポリエーテル系の潤滑層を1～30nm設けることにより、信頼性の高い磁気記録媒体が得られる。保護膜として水素を添加したカーボン、炭化シリコン、炭化タングステン、或いはこれらの化合物とカーボンの混合膜を用いることにより、耐摺動性、耐食性を向上することが出来る。

また、ガラス基板を用いた磁気記録媒体では、CrB合金下地層を(100)配向させるためにTa等の配向制御層を該下地層と基板間に形成するのが望ましい。更に前記配向制御層とガラス基板間にTi、Zr、Cr等の金属、或いはこれらの酸化物を形成することにより、ガラスとの密着性が向上し、かつ基板上の吸着ガス、或いはガラス中からの不純物イオン等の膜中への拡散が抑制され、良好な磁気特性が得られる。また、Al、Ag等の低融点金属、或いはそれらの合金からなる下地層を形成することも出来る。それにより、媒体表面に微細な凹凸が形成され、CSS（コンタクト・スタート・ストップ）特性が向上できる。

本発明の磁気記憶装置に用いている、再生用の磁気抵抗効果型ヘッドの抵抗センサ部を挟む2枚の軟磁性シールド層間は $0.35\mu\text{m}$ 以下である。前記シールド層間隔が $0.35\mu\text{m}$ 以上になると分解能が低下し、好ましくない。媒体は保磁力が2キロエルステッド以上で、磁性層膜厚 $t$ と残留磁束密度 $B_r$ の積である $B_r \times t$ が10～130 Gauss・ミクロンの範囲内にある。保磁力が1.8キロエルステッドよりも小さくなると、高記録密度（150kFCI以上）での出力が小さくなり好ましくない。また、 $B_r \times t$ が130 Gauss・ミクロンより大きくなると分解能が低下し、10 Gauss・ミクロンよりも小さくなると出力が小さくなり過ぎるため、1平方インチ当たり2ギガビットの高密度記録を行ったときに十分な記録再生特性が得られない。

更に、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化することによって大きな抵抗変化を生じる複数の導電性磁性層と、その導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む

磁気抵抗センサによって構成し、巨大磁気抵抗効果あるいはスピン・バルブ効果を利用したものとするにより、信号強度をさらに高めることができ、1平方インチ当たり3ギガビット以上の記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置を実現することができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、 $Br \times t$ と規格化媒体ノイズ、及び装置S/Nを示す線図であり、第2図は、下地層中のB添加濃度と規格化媒体ノイズの関係を示す線図であり、第3図は、(a)および(b)は、それぞれ、本発明の一実施例の磁気記憶装置の平面模式図およびそのA-A'断面図であり、第4図は、本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの断面構造の一例を示す斜視図であり、第5図は、本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部の断面構造の一例を示す模式図であり、第6図は、本発明の実施例で用いた媒体の断面図であり、第7図は、本発明の実施例と比較例の媒体における保磁力と重ね書き特性の関係を示す線図であり、第8図は、本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの断面構造の一例を示す斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### 実施例1:

本発明の実施例を図3、図4、図5を用いて説明する。本実施例の磁気記憶装置の平面模式図、断面模式図を図3(a)、及び図3(b)に示す。この装置は磁気ヘッド1、及びその駆動部2と、該磁気ヘッドの記録再生信号処理手段3と磁気記録媒体4とこれを回転させる駆動部5とからなる周知の構造を持つ磁気記憶装置である。

上記磁気ヘッドの構造を図4に示す。この磁気ヘッドは基体6上に形成

された記録用の電磁誘導型磁気ヘッド、再生用の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドである。前記記録用ヘッドはコイル7を挟む上部記録磁極8と下部記録磁極兼上部シールド層9からなり、記録磁極間のギャップ層厚は $0.3\mu\text{m}$ とした。また、コイルには厚さ $3\mu\text{m}$ のCuを用いた。前記再生用ヘッドは磁気抵抗センサ10とその両端の電極パターン11からなり、磁気抵抗センサは共に $1\mu\text{m}$ 厚の下部記録磁極兼上部シールド層と下部シールド層12で挟まれ、該シールド層間距離

は $0.25\mu\text{m}$ である。尚、図4では記録磁極間のギャップ層、及びシールド層と磁気抵抗センサとのギャップ層は省略してある。

図5に磁気抵抗センサの断面構造を示す。磁気センサの信号検出領域13は、酸化Alのギャップ層14上に横バイアス層15、分離層16、磁気抵抗強磁性層17が順次形成された部分からなる。磁気抵抗強磁性層には、20nmのNiFe合金を用いた。横バイアス層には25nmのNiFeNbを用いたが、NiFeRh等の比較的電気抵抗が高く、軟磁気特性の良好な強磁性合金であれば良い。横バイアス層は磁気抵抗強磁性層を流れるセンス電流がつくる磁界によって、該電流と垂直な膜面内方向（横方向）に磁化され、磁気抵抗強磁性層に横方向のバイアス磁界を印加する。これによって、媒体からの漏洩磁界に対して線形な再生出力を示す磁気センサが得られる。磁気抵抗強磁性層からのセンス電流の分流を防ぐ分離層には、比較的電気抵抗が高いTaを用い、膜厚は5nmとした。

信号検出領域の両端にはテーパー形状に加工されたテーパー部18がある。テーパー部は、磁気抵抗強磁性層を単磁区化するための永久磁石層19と、その上に形成された信号を取り出すための一対の電極11からなる。永久磁石層は保磁力が大きく、磁化方向が容易に変化しないことが必要であり、CoCr、CoCrPt合金等が用いられる。

図6に本実施例で用いた磁気記録媒体の膜構成を示す。非磁性基板20

上に下地層21、磁性層22、保護膜23、潤滑膜24の順に形成されている。ここでは、前記非磁性基板と磁性層の間に形成されている下地層は単層で表記してあるが、単層、多層何れの場合も含むものとする。基板には化学強化されたソーダライムガラスをアルカリ洗剤で洗浄後、スピン乾燥したものを用いた。基板上にガラス中からのイオン、吸着ガスの侵入の防止、ガラスとの良好な密着等を主な目的とした第一の下地層、前述のCrB合金の(100)配向化を主な目的とした第二の下地層、Co磁性層の(11.0)配向化を主な目的としたCrB合金層からなる第三の下地層、Co合金磁性層、カーボン保護膜24が形成されている。第一の下地層には50nmのZr、第二の下地層には10nmのTa、第三の下地層には30nmのCr-15at%Ti合金にBを5at%添加したCr-14.3at%Ti-5at%B合金、磁性層にCo-20at%Cr-12at%Pt合金、保護

膜にカーボンを用い、これらを連続して真空中で形成した。各層の成膜は、全てDCスパッタ法により、5mTorrのアルゴンガス圧の下で成膜レート5～8nm/secの範囲で行った。基板加熱は第二の下地層Ta成膜後に、基板温度が300℃になるように行った。成膜された媒体にパーフルオロアルキルポリエーテル系の材料をフルオロカーボン材料で希釈したものを潤滑材として塗布した。また、第三の下地層にBを添加しないCr-15at%Ti合金を使用し、保磁力が本実施例の媒体と同程度の媒体を作製し、これを比較例とした。

本実施例の媒体の保磁力は29000e,  $Br \times t$ は82ガウス・ミクロンであった。比較例の媒体と共に上記磁気記憶装置に組み込んで、ヘッド浮上量30nm, 線記録密度210kBPI, トラック密度9.6kTPIで記録再生評価を行った。本実施例の媒体を用いた場合、比較例の媒体を用いた場合に対し、規格化媒体ノイズは約20%低減され、重ね書き特性は10dB程度向上した。このため、1平方インチ当たり2ギガビットの記録密度に対し、良好な記録再生特性が得られた。以上より、下地層へのB添加は媒体ノイズの低

減、重ね書き特性の向上に有効であることがわかった。

#### 実施例2：

実施例1と同様な構成を有す磁気記憶装置において、基板表面にNiPメッキされた直径2.5インチ、0.635mm厚のAl合金基板（以下、NiP/Al基板と記す）上に形成された磁気記録媒体を用いた。

円周方向にテクスチャ加工を施した該NiP/Al合金基板を300℃まで加熱したのち、Cr-9at%Ti-5at%B合金を10～30nm, CoCrPt合金を20nm, カーボン保護膜を10nm連続して形成した。このとき、磁性層形成時のアルゴンガス圧は5～15mTorrまで変化させた。これらの媒体の $Br \times t$ は70～90ガウス・ミクロンの範囲内であった。また、これらの媒体は基板のテクスチャ加工のため、円周方向に磁気異方性を持つ。このため、保磁力は円周方向が半径方向よりも大きく、その比率、即ち配向比は1.4～1.6であった。これにより、磁化方向が記録方向に安定化され、良好な記録特性が得られる。

これらの媒体を用いて、実施例1と同様な条件で記録再生特性の評価を行った

。保磁力と重ね書き特性の関係を図7に示す。同図にはBを添加しないCr-15at%Ti下地層を使用し、前記媒体と同一プロセスで作製した媒体の結果も比較例として示してある。同程度の保磁力の媒体を比較した場合、重ね書き特性はCr-9at%Ti-5at%B下地層媒体の方が15dB程度向上しており、下地層へのB添加は重ね書き特性を向上させることを示している。他の記録再生特性も1平方インチ当たり2ギガビットの記録密度に対し、極めて良好であった。

X線回折の測定を行った結果、CrTiB下地層はbcc構造で強く(100)配向しており、その上に形成されたCoCrPt磁性層もエピタキシャル成長により強く(11.0)配向していることがわかった。この配向はBを添加しないCrTi下地層を用いた場合と同様である。即ち、Bを添加しても下地層の

配向が変化しないため、良好な磁気特性が得られるCoCrPt磁性層の(11.0)配向は崩れないことがわかった。

#### 実施例3：

実施例1と同様な構成であるが、再生用ヘッドの抵抗センサと記録媒体の膜構成が異なる磁気記憶装置についての実施例を以下に示す。抵抗センサは図8に示す様に、酸化Alギャップ層14上に、磁性層に(111)配向をとらせるためのTaバッファ層25が5nm、7nmの第一の磁性層26、1.5nmのCu中間層27、3nmの第二の磁性層28、10nmのFe-50at%Mn反強磁性合金層29が順次形成された構造である。前記第一の磁性層にはNi-20at%Fe合金を使用し、第二の磁性層にはCoを使用した。反強磁性層からの交換磁界により、第二の磁性層の磁化は一方向に固定されている。これに対し、第二の磁性層と非磁性層を介して接する第一の磁性層の磁化の方向は、磁気記録媒体からの漏洩磁界により変化するため、抵抗変化が生じる。このような二つの磁性層の磁化の相対的方向の変化に伴う抵抗変化はスピバルブ効果と呼ばれるが、本実施例では再生用ヘッドにこの効果を利用したスピバルブ型磁気ヘッドを使用した。テーパー部は実施例1の磁気センサと同一構成である。

本実施例で使用した記録媒体の成膜プロセスを以下に記す。前記のテクスチャ加工されたNiP/Al基板をランプ加熱により、260℃まで加熱したのち、DCスパッタ法により、第一の下地層Crを20nm、第二の下地層CrB合金を30nm形成し、続く

てCoCrPt磁性層を25nm, 10nmのカーボン保護膜を連続して形成した。第一の下地層のCrは第二の下地層にbcc(100)配向をとらせる配向制御の役割を果たす。第二の下地層CrB合金にはCr-14.3at%Ti-5at%B合金, Cr-14.3at%V-5at%B合金, Cr-14.3at%Mo-5at%B合金を用いた。また, Bを添加しないCr-15at%Ti合金, Cr-15at%V合金, Cr-15at%Mo合金を第二の下地層に用いた媒体も作製し, 比較例とした。

潤滑剤を塗布したのち, 上記磁気抵抗センサを用いた磁気記憶装置に組み込み, 実施例1と同一条件で記録再生評価を行った。結果を表1に示す。本実施例の媒体を用いた場合は, 何れの場合も比較例に比べて, 規格化媒体ノイズは10%以上減少し, 重ね書き特性は向上している。このため, 1平方インチ当たり2ギガビットの記録密度に対し, 良好な記録再生特性が得られた。

また, 本実施例媒体の中では, CrTiB下地層媒体が規格化媒体ノイズが特に低く, CrVB下地層媒体が最も良好な重ね書き特性を示した。

#### 実施例4

実施例1と同様な磁気記憶装置において, 磁気記録媒体の下地層にCr-14.3at%Mo-5at%B合金, Cr-14.3at%Mo-5at%C合金, Cr-14.3at%Mo-5at%P合金, 及びCr-14.3at%Mo-5at%Bi合金を用いた。

NiP/Al基板を250℃に加熱した後, 上記の各下地層を30nm, CoCrPtTa磁性層を20nm, カーボン保護膜を10nmと順次形成した。潤滑材塗布後, 実施例1と同一条件で記録再生特性の評価を行った。また, 下地層に30nmのCrTi合金を用いた媒体を同一条件で作製, 評価し, これを比較例とした。

本実施例の媒体の下地層は, 何れもbcc構造で(100)配向しており, 磁性層もエピタキシャル成長により(11.0)配向となった。本実施例, 及び比較例媒体の記録再生特性を表2に示す。比較例に対し, 本実施例の媒体は何れも媒体ノイズが減少し, かつ重ね書き特性が向上しており, 1平方インチ当たり2ギガビットの記録密度に対し, 良好な記録再生特性であった。規格化媒体ノイズはCrTiB下地層, 及びCrTiP下地層の媒体が特に低く, 低ノイズ化にはB, P添加が有効であることがわかる。また, CrTiC下地層媒体は磁性層のhcp(11.0)配向が最も強く, 高い保磁力とS\*が得られる。更にCrTiBi下地層媒体は他の実施例媒体に比べて, 耐

食性が良好であった。本実施例媒体のCSS試験を行ったところ、3万回のCSSを行っても摩擦係数は0.3以下と良好な値を示した。

#### 実施例5

前記実施例1と同様の強化ガラス基板上にDCスパッタ法により、第一の下地層Cr-13.5at%-10at%Bを10nm形成した後、基板を200℃まで加熱し、第二の下地層Cr-10at%Ti合金を30nm形成し、CoCrPt磁性層を25nm、カーボン保護膜を10nmと連続して形成した。

X線回折の測定を行ったところ、回折パターンには下地層のものと思われるbcc(200)ピークとCoCrPt合金層からのhcp(11.0)ピークのみがみられた。第一の下地層のCrTi-13.5at%-10at%B合金と第二の下地層のCr-at%10Ti合金は格子定数が極めて近いため、前記bcc(200)ピークがどちらからのものであるかの判別は困難である。そこで10nmのCrTiB単層膜を前記媒体の成膜時と同一条件で形成し、X線回折の測定を行った。得られた回折パターンには明確なピークはみらなかったため、bcc(200)ピークは第二の下地層のCrTi合金からのものであると思われる。これより、第一の下地層のCrTiB合金はアモルファス構造、或いはそれに近い微細結晶構造をとっており、その上に形成されたCrTi層に(100)配向をとらせていることがわかる。このため、Co合金磁性層がエピタキシャル成長して(11.0)配向をとっている。また、第一の下地層のCrTiB層は膜厚が30nm以上になると強くbcc(110)配向するため、第二の下地層のCrTiも(110)配向となり、CoCrPt合金層は(10.1)配向となる。(10.1)配向したCoCrPt層は(11.0)配向した場合に比べ、磁化容易軸であるc軸の面内成分が減少するため、磁気特性が劣下するので好ましくない。

第一の下地層膜厚が10nmの媒体の保磁力は2480エルステッドであった。これを実施例3と同様の磁気記憶装置に組み込んで記録再生特性の評価を行ったところ、45dBの重ね書き特性が得られた。また、内周から外周

までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は10ビット/面以下であり、MTBFで15万時間が達成できた。

本実施例での成膜は全てDCスパッタ法により行ったが、RFスパッタ法、イオンビームスパッタ法、ECRスパッタ法等を用いても同様な効果が得られることは容

易に予想される。

#### 産業上の利用可能性

本発明の磁気記録媒体は、従来の磁気記録媒体に対し、媒体ノイズが10～20%低減され、更に重ね書き特性が15dB程度向上する。この媒体と磁気抵抗効果型ヘッドを組み合わせた磁気記憶装置では、高いS/Nと低いビットエラーレートが得られ、1平方インチ当たり2ギガビットの高い記録密度で15万時間以上の平均故障間隔が実現できる。

従って、本発明によれば、高密度な情報の記録再生が可能で信頼性の高い磁気記憶装置の提供が可能であり、磁気記憶装置に対する大容量化の要求に応えることができる。

表 1

	下地層材料	保磁力 [Oe]	規格化媒体ノイズ [ $\mu\text{Vrms} \cdot \mu\text{m}^{1/2} / \mu\text{Vpp}$ ]	重ね書き特性 [dB]
比較例	Cr-15at%Ti	2750	$19.6 \times 10^{-3}$	28.2
	Cr-15at%V	2690	$19.7 \times 10^{-3}$	30.2
	Cr-15at%Mo	2810	$21.5 \times 10^{-3}$	28.5
実施例	Cr-14.3at%Ti-5at%B	2810	$16.7 \times 10^{-3}$	37.7
	Cr-14.3at%V-5at%B	2710	$17.7 \times 10^{-3}$	44.1
	Cr-14.3at%Mo-5at%B	2790	$19.1 \times 10^{-3}$	32.2

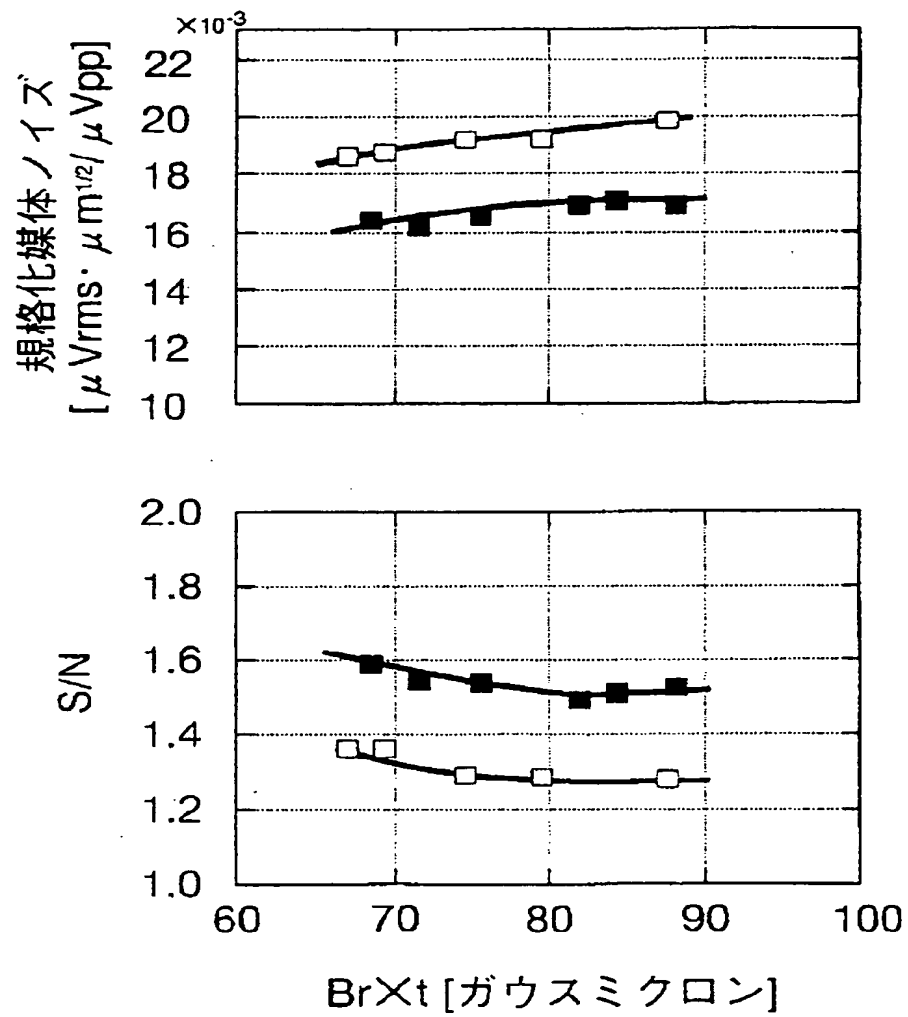


表 2

	下地層材料	保磁力 [Oe]	規格化媒体ノイズ [ $\mu\text{Vrms} \cdot \mu\text{m}^{1/2} / \mu\text{Vpp}$ ]	重ね書き特性 [dB]
比較例	Cr-15at%Ti	2580	$19.1 \times 10^{-3}$	31.2
実施例	Cr-14.3at%Ti-5at%B	2620	$16.8 \times 10^{-3}$	43.8
	Cr-14.3at%Ti-5at%C	2780	$18.2 \times 10^{-3}$	33.1
	Cr-14.3at%Ti-5at%P	2550	$17.2 \times 10^{-3}$	41.7
	Cr-14.3at%Ti-5at%Bi	2690	$18.3 \times 10^{-3}$	39.5

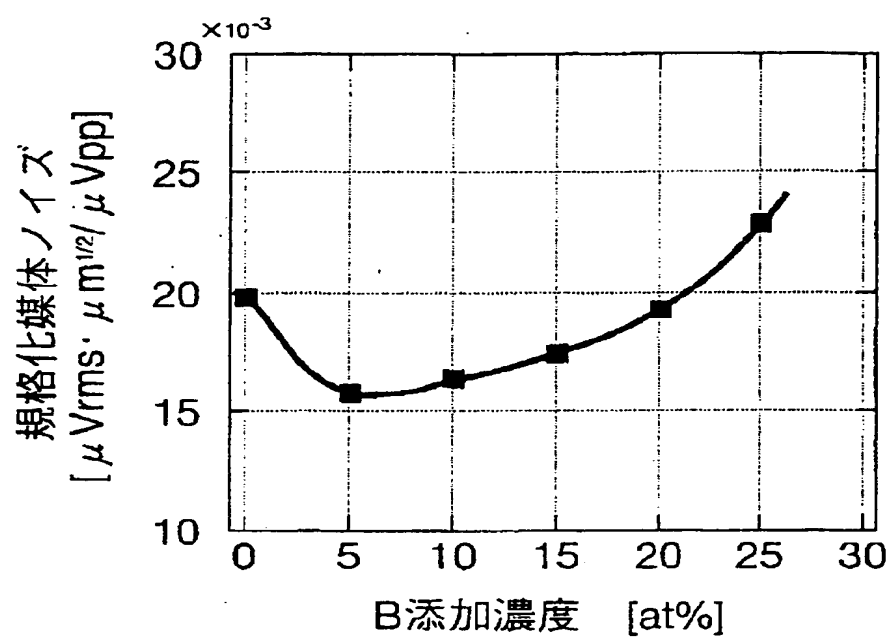
【図1】

第 1 図



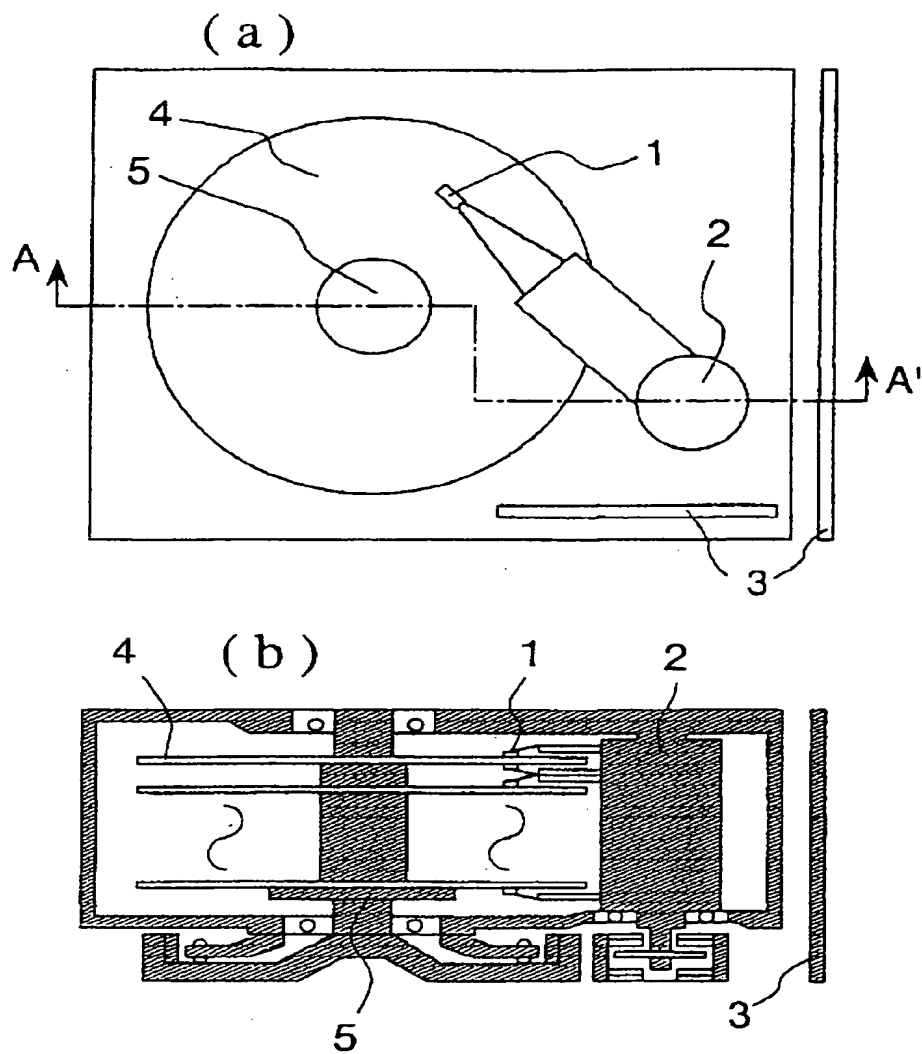
【図2】

## 第 2 図



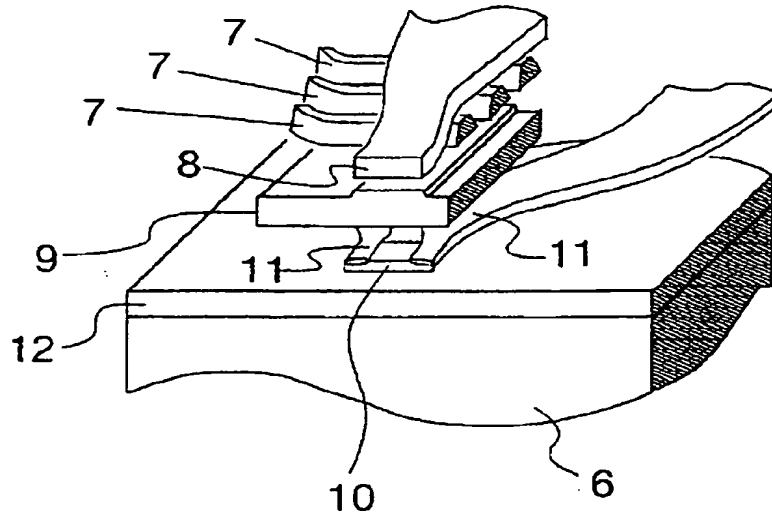
【図3】

## 第 3 図



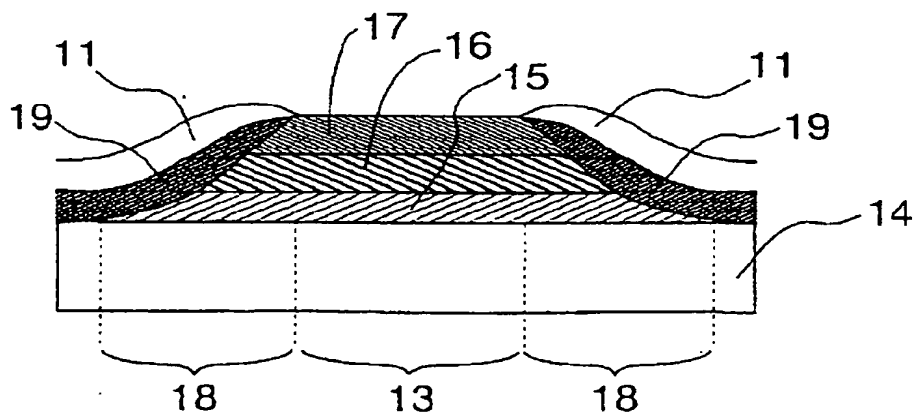
【図4】

第 4 図



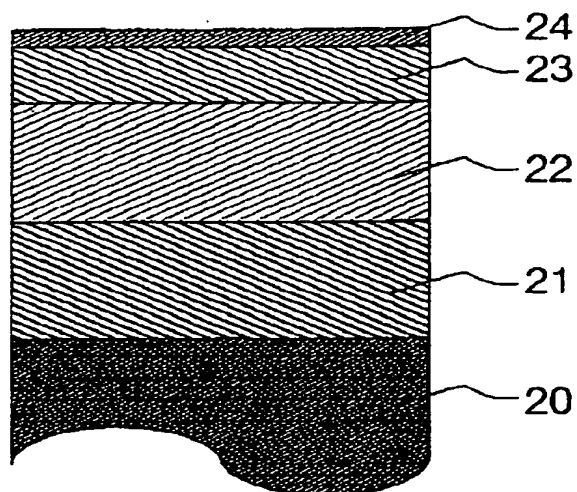
【図5】

第 5 図



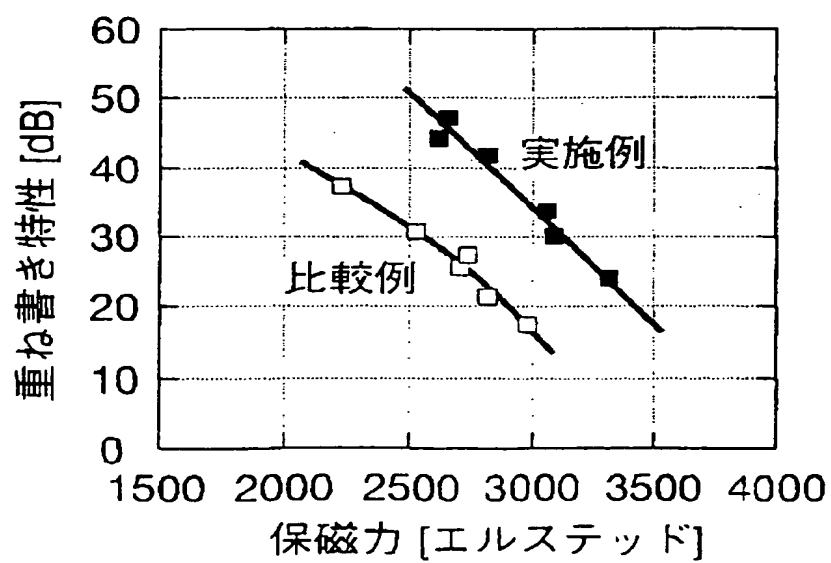
【図6】

第 6 図



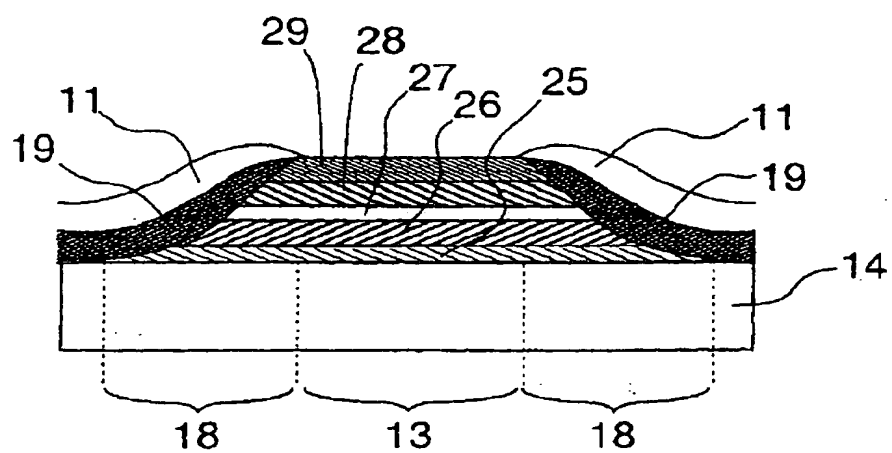
【図7】

第 7 図



【図8】

第 8 図



## 【国際調査報告】

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP98/02198	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. G11B5/66, 5/39, 5/02			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl. G11B5/66, 5/39, 5/02			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1955-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-1996年 日本国登録実用新案公報 1994-1996年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP, 5-197942, A (株式会社日立製作所) 6. 5月, 1998 (08. 05. 93) (ファミリーなし)	1-5, 8, 9	
A	JP, 8-124123, A (株式会社日立製作所) 17. 5月, 1996 (17. 05. 96) (ファミリーなし)	6, 7	
A	JP, 6-103538, A (株式会社日立製作所, 日立コンピュータ機器株式会社) 15. 4月, 1994 (15. 04. 94) (ファミリーなし)	6, 7	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 31. 10. 96		国際調査報告の発送日 03.12.96	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 敬介 電話番号 03-3581-1101 内線 3553	

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (1992年7月)



---

フロントページの続き

- (72)発明者 石川 晃  
東京都小平市上水本町5-16-3-3
- (72)発明者 棚橋 究  
神奈川県藤沢市辻堂5977-1 日立シーサ  
イド・ドミト
- (72)発明者 松田 好文  
神奈川県小田原市国府津2278番地 第2グ  
リーンハイツ202
- (72)発明者 山本 朋生  
東京都八王子市子安町2-32 日立子安台  
アパートD-303

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。

なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。